



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑬ DE 101 33 409 A 1

⑭ Int. Cl. 7:  
B 60 T 8/24

DE 101 33 409 A 1

⑮ Aktenzeichen: 101 33 409.5  
⑯ Anmeldetag: 13. 7. 2001  
⑰ Offenlegungstag: 30. 1. 2003

⑪ Anmelder:  
Lucas Automotive GmbH, 56070 Koblenz, DE  
⑫ Vertreter:  
Wagner, T., Dipl.-Ing., 56070 Koblenz

⑫ Erfinder:  
Einig, Frank, 56076 Koblenz, DE; Knechtges, Josef,  
56727 Mayen, DE  
⑬ Entgegenhaltungen:  
DE 199 58 221 A1  
DE 198 30 190 A1  
DE 197 51 925 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑭ Fahrzeugbremssystem

⑮ Ein Fahrzeugbremssystem, das Regeleinrichtungen umfasst, die das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen, wird in seiner Leistungsfähigkeit für den Fall ausgestaltet, dass ein seitliches Kippen des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt zu verhindern ist. Dazu wird erfahrungsgemäß vorgeschlagen, dass an dem kurvenäußerem Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird.

DE 101 33 409 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugbremssystem, das Regeleinrichtungen umfasst, die das querdydnamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechterhalten bzw. wiederherzustellen.

[0002] In bekannter Weise sind heutige Fahrzeugbremssysteme über das Antiblockiersystem (ABS), das ein Blockieren der Räder beim Bremsen verhindert, hinaus mit Regel-einrichtungen ausgestattet, die durch vom Fahrer unabhän-giges Abbremsen einzelner Räder die Fahrstabilität aktiv wiederherstellen. So vermeidet die Antriebsschlupfregelung (ASR) das Durchdrehen der Räder beim Antreiben. Darüberhinaus erhöht die Fahrdynamikregelung (FDR) die Fahrsicherheit ganz wesentlich, da der Fahrer in querdy-namisch kritischen Situationen aktiv unterstützt wird, in dem beim Untersteuern das kurveninnere Hinterrad und beim Übersteuern das kurvenäußere Vorderrad abgebremst wird. Um dazu das querdydnamische Verhalten des Fahrzeugs zu ermitteln, werden beispielsweise der vom Fahrer vorgege-bene Lenkwinkel, die Fahrzeugquerbeschleunigung sowie das Gierverhalten des Fahrzeugs um seine Hochachse er-fasst.

[0003] Ein Problem stellt die Kippstabilität dar, d. h. die Gefahr des seitlichen Kippens des Fahrzeugs bei Kurven-fahrt. Diese Gefahr wächst mit zunehmender Fahrzeuggesamthöhe und tritt insbesondere auf Fahrbahnoberflächen mit hohem Reibwert auf. Weil das Fahrzeug dann die Kippgrenze vor der Rutschgrenze erreicht, können die Antriebs-schlupfregelung und die Fahrdynamikregelung erst gar nicht eingreifen, so dass ein sicherheitskritischer Fahrzustand be-steht.

[0004] Von daher hat sich die Erfindung zur Aufgabe ge-macht, die Leistungsfähigkeit eines vorgenannten Fahrzeug-bremssystems für den Fall auszugestalten, dass ein seitli-ches Kippen des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt zu verhindern ist.

[0005] Zur Lösung der Aufgabe wird vorgeschlagen, dass an dem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment er-zugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird.

[0006] Der grosse Vorteil der Erfindung besteht darin, dass aufgrund des an dem kurvenäußeren Vorderrad er-zeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein "leichtes" Untersteuern des Fahrzeugs bewusst hervorgerufen wird, da an dem kurvenäußeren Vorderrad die Seitenführungskraft re-duziert wird, so dass einem seitlichen Kippen des Fahrzeugs zuverlässig entgegengewirkt wird. Durch das Wiederher-stellen der Kippstabilität ergibt sich bei dem erfundungsge-mässen Fahrzeugbremssystem ein bedeutender Sicherheits-vorteil.

[0007] Auch besteht kein Risiko, dass aufgrund des be-wusst hervorgerufenen "leichten" Untersteuerns des Fahr-zeugs ein querdydnamisch kritischer Fahrzustand eintritt, da eine je nach Auslegung des Fahrzeugbremssystems über-oder untergeordnete Fahrdynamikregelung eingreifen kann, wenn aufgrund des an dem kurvenäußeren Vorderrad er-zeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein "kritisches" Untersteuern des Fahrzeugs zu verhindern ist.

[0008] Wie das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad sowohl größenordnungsmässig als auch ver-laufsmässig (z. B. sprungförmig oder rampenförmig) er-zugt bzw. erhöht wird, um in geeigneter Weise ein unkri-tisches Untersteuern des Fahrzeugs zu erzwingen, wird unter anderem bestimmt aus dem Lenkwinkel, der Fahrzeugquer beschleunigung sowie dem Giergeschwin-

digkeit) des Fahrzeugs um seine Hochachse, wobei auch sta-tionäre Fahrzeugparameter, wie beispielsweise Spurweite und Achsabstand berücksichtigt werden.

[0009] Da die Kippgrenze des Fahrzeugs ganz wesentlich von der Fahrzeugquerbeschleunigung abhängig ist, wird das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad erzeugt bzw. erhöht, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung bzw. eine mit der Fahrzeugquerbeschleunigung in Beziehung ste-hende Grösse einen vorherbestimmten Grenzwert über-schreitet. Dabei wird als vorherbestimmter Grenzwert eine maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung angesetzt, bei der das Fahrzeug bei Kurvenfahrt noch nicht zum seitli-chen Kippen neigt. Als mit der Fahrzeugquerbeschleuni-gung in Beziehung stehende Grösse kann beispielsweise der Wankwinkel des Fahrzeugs herangezogen werden, sofern auf diesen in dem Fahrzeugbremssystem mess- oder rechen-technisch Zugriff besteht.

[0010] Vorzugsweise wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung in Abhängigkeit vom Beladungszustand des Fahrzeugs vorherbestimmt, so-fem dieser dem Fahrzeugbremssystem mess- oder rechen-technisch zur Verfügung steht. Denn insbesondere bei leichten Nutzfahrzeugen, wie Kleintransportern, die einen ver-hältnismässig hohen Fahrzeugschwerpunkt haben, hängt die Kippgrenze sehr stark vom Beladungszustand ab, insbeson-dere wenn sich durch Aufbringen von Durchlasten die Fahr-zeugschwerpunktshöhe verlagert. Auch vergrössert sich mit zunehmender Beladung der Wankwinkel, da die Fahrzeugmasse und dadurch die wirkende Zentrifugalkraft zunimmt. Deshalb wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbeschleunigung mit zunehmender Beladung verringert.

[0011] Der Grenzwert für die maximal zulässige Fahr-zeugquerbeschleunigung wird zu Beginn eines jeden Fahr-betriebes auf einen Minimalwert zurückgesetzt. Dabei wird der Beginn eines Fahrbetriebes jedesmal anhand des Ein-schaltens der Zündung durch den Fahrer festgestellt. Für den Minimalwert, mit dem sich ein seitliches Kippen auch in Extremsituationen noch vermeiden lässt, hat sich in der Pra-xis eine Fahrzeugquerbeschleunigung in der Größenord-nung von drei Metern pro Sekundequarel als sicher erwiesen.

[0012] Um die Ansprechempfindlichkeit der tatsächlichen Kippgrenze im aktuellen Fahrbetrieb anzupassen, wird der Grenzwert für die maximal zulässige Fahrzeugquerbe-schleunigung während eines ununterbrochenen Fahrbetrie-bes, also wenn kein Ein- bzw. Ausschalten der Zündung durch den Fahrer festgestellt wird, erhöht, solange die kur-veninneren Räder nicht abheben, also noch Kontakt zur Fahrbahnoberfläche haben. Zum Überprüfen des Abhebens der kurveninneren Räder wird der Schlupf an den kurvenin-neren Rädern ermittelt und anschliessend überprüft, ob der Schlupf betragsmässig einen vorherbestimmten Wert unter-schreitet bzw. nicht überschreitet. Als praxisgerecht hat sich ein vorherbestimmter Schlupfwert in der Größenordnung von zehn Prozent erwiesen.

[0013] Gleichfalls wird als Bedingung für das Erzeugen bzw. Erhöhen des Bremsmomentes an dem kurvenäußeren Vorderrad das Abheben der kurveninneren Räder herange-zogen, also wenn der Schlupf an den kurveninneren Rädern betragsmässig einen vorherbestimmten Wert überschreitet bzw. nicht unterschreitet.

[0014] Dabei wird ein angetriebenes kurveninneres Rad dahingehend überprüft, ob ein vorherbestimmter positiver Schlupfwert überschritten bzw. nicht unterschritten wird.

[0015] Bei einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad wird ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht, um das nichtangetriebene kurven-

innere Rad dahingehend zu überprüfen, ob ein vorherbestimmter negativer Schlupfwert unterschritten bzw. nicht überschritten wird.

[0016] An einem angetriebenen kurveninneren Rad wird zum Überprüfen wie bei einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad ein Bremsmoment erzeugt bzw. erhöht, wenn der Antriebsstrang des Fahrzeugs nicht geschlossen ist, also kein Kraftschluss über Kupplung und Getriebe besteht. 5

[0017] Nachfolgend wird die Erfahrung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dazu zeigt die einzige Zeichnung ein Flussdiagramm, das zyklisch durchlaufen wird. Dabei wird zunächst überprüft, ob die aktuelle Fahrzeugquerbeschleunigung  $a_{QUER}$  eine vorherbestimmte Grenzbeschleunigung  $a_{KRIT}$  überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird der aktuelle Durchlauf abgebrochen und im folgenden Zyklus der nächste Durchlauf begonnen. 15

[0018] Überschreitet die aktuelle Fahrzeugquerbeschleunigung  $a_{QUER}$  den vorherbestimmten Grenzwert  $a_{KRIT}$ , so werden die Schlupfwerte  $s_{VORN}, s_{HINTEN}$  an den kurveninneren Rädern ermittelt. Danach werden die Beträge bzw. Absolutwerte der Schlupfwerte  $|s_{VORN}|, |s_{HINTEN}|$  dahingehend überprüft, ob der Schlupf an beiden kurveninneren Rädern einen vorherbestimmten Grenzschlupf  $s_{KRIT}$  überschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird die Grenzbeschleunigung  $a_{KRIT}$  um einen bestimmten Betrag  $\delta a$  erhöht. 25

[0019] Nur dann, wenn der Schlupf an beiden kurveninneren Rädern einen vorherbestimmten Grenzschlupf  $s_{KRIT}$  überschreitet, wird das kurvenäußere Vorderrad abgebremst, um ein seitliches Kippen des Fahrzeugs zu verhindern. 30

[0020] Im Ausführungsbeispiel wird die Grenzbeschleunigung  $a_{KRIT}$  schrittweise um den vorherbestimmten Wert  $\delta a$  erhöht. Es versteht sich aber für einen Fachmann, dass eine Erhöhung der Grenzbeschleunigung  $a_{KRIT}$  alternativ aber auch gemäss einer linearen, progressiven oder degressiven Funktion erfolgen kann. Entscheidend ist, das durch das Erhöhen der Grenzbeschleunigung  $a_{KRIT}$  die Ansprechempfindlichkeit angepasst wird, so dass keine "unnötigen" Bremseingriffe erfolgen, sowohl um den Schlupf an den kurveninneren Rädern zu ermitteln, als auch das kurvenäußere Vorderrad abzubremsen. Dadurch wird der Fahrkomfort aufrechterhalten. 40

#### Patentansprüche

45

1. Fahrzeugbremssystem, das Regeleinrichtungen umfasst, die das querdynamische Verhalten des Fahrzeugs ermitteln, um durch vom Fahrer unabhängiges Einstellen des Bremsmomentes an einzelnen Fahrzeugrädern ein stabiles Fahrzeugverhalten aufrechtzuerhalten bzw. wiederherzustellen, wobei zum Verhindern eines seitlichen Kippens des Fahrzeugs bei Kurvenfahrt an dem kurvenäußeren Vorderrad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird. 50

2. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine über- oder untergeordnete Fahrdynamikregelung eingreift, wenn aufgrund des an dem kurvenäußeren Vorderrad erzeugten bzw. erhöhten Bremsmomentes ein Untersteuern des Fahrzeugs zu verhindern ist. 60

3. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad erzeugt bzw. erhöht wird, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung bzw. eine mit der Fahrzeugquerbeschleunigung in Beziehung stehende Größe einen vorherbestimmten Grenzwert ( $a_{KRIT}$ ) überschreitet. 65

4. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{KRIT}$ ) in Abhängigkeit vom Beladungszustand des Fahrzeugs vorherbestimmt wird.

5. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{KRIT}$ ) zu Beginn eines jeden Fahrbetriebes auf einen Minimalwert ( $a_{MIN}$ ) zurückgesetzt wird.

6. Fahrzeugbremssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert ( $a_{KRIT}$ ) während eines Fahrbetriebes erhöht wird, solange der Schlupf ( $s_{VORN}, s_{HINTEN}$ ) an den kurveninneren Rädern betragsmäßig einen vorherbestimmten Wert ( $s_{KRIT}$ ) unterschreitet bzw. nicht überschreitet.

7. Fahrzeugbremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bremsmoment an dem kurvenäußeren Vorderrad dann erzeugt bzw. erhöht wird, wenn der Schlupf ( $s_{VORN}, s_{HINTEN}$ ) an den kurveninneren Rädern betragsmäßig einen vorherbestimmten Wert ( $s_{KRIT}$ ) überschreitet bzw. nicht unterschreitet.

8. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein angetriebenes kurveninneres Rad dahingehend überprüft wird, ob ein vorherbestimmter positiver Schlupfwert (+ $s_{KRIT}$ ) überschritten bzw. nicht unterschritten wird.

9. Fahrzeugbremssystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einem nichtangetriebenen kurveninneren Rad ein Bremsmoment erzeugt bzw. ein bereits eingestelltes Bremsmoment erhöht wird, um das nichtangetriebene kurveninnere Rad dahingehend zu überprüfen, ob ein vorherbestimmter negativer Schlupfwert (- $s_{KRIT}$ ) unterschritten bzw. nicht überschritten wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

